

不断給与における肥育牛の粗飼料摂取量 および粗濃比に関する研究

奥 島 史 朗・和 田 宏*
(附 属 農 場)

Received November 1, 1975

Study on Concentrate-Roughage Ratio of Feed Taken by Fattening Steer on Free Access

Shiro OKUSHIMA and Hiroshi WADA*
(Research Farm)

This study was carried out to know fiber ratio of the feed taken by the fattening cattle on a free access system. Fiber ratio was defined as ratio of amount of crude fiber to amount of dry matter in the feeds (concentrate and roughage) taken.

Nine yearling steers of the Holstein breed were fed for a period of 45 days with a pellet type of commercial concentrate ("King Beef Finish") and rice straw. During the experiment and 1 week of preliminary experimental period prior to the experiment, the concentrate and rice straw cut in 15 cm in length were fed separately to the steers by free access system.

Body weight was obtained at about 15 days interval. Daily intake of feed was 9.18 ± 1.33 kg in the concentrate and 1.22 ± 0.37 kg in the rice straw. Fiber ratio of the feed intaken was $8.12 \pm 0.96\%$, and ratio of fiber content to air dry matter was $7.09 \pm 0.71\%$. These values were the same as those previously reported in the fattening Holstein steers which were fed *ad libitum* a mix of a concentrate and rice straw 5 cm in length^{12,13)}. And these values were a little lower than that reported by Branding¹⁾. The difference in optimal fiber ratio seems to due to physical quality of the feeds and their fiber content.

In the present study, weight ratio of the intake of the concentrate to that of rice straw was 7.5 : 1. This ratio seemed to be suitable physiologically to the steer in a finishing period of fattening.

* Laboratory of Animal Reproduction

緒 言

肥育または産乳の収益を最大にするための粗飼料対濃厚飼料比(粗濃比)はそれらの含有養分量, 価格, 牛の消化器の容積ならびに飼料成分を肉または乳などに転換する能力によって異なる。収益増大のためには単位生産量当りの飼料費の切り下げが重要条件である。

一般に濃厚飼料は消化がよいものであるから濃厚飼料の割合が増加するにつれて飼料全体のみかけの消化率は増加する。一方, 濃厚飼料の増加につれて粗繊維の消化率は低下する。この2つの相反する要因によって摂取飼料の消化率は異なる。

濃厚飼料を含む飼料を大量に給与する場合、とくに濃厚飼料の割合が高い場合には、濃厚飼料摂取量が著るしく過量になり生理的に悪影響が現われる。

最近では牛の飼養の多頭化、農地の規模および労力の制約のために粗飼料の給与が不足し、濃厚飼料多給・粗飼料少給（高濃低粗飼養と呼ぶことにする）による飼養が一般化している。このような場合、適正な粗飼料給与量または適正粗濃比が問題となる^{3,6,14)}。濃厚飼料と粗飼料の比率の関係については多くの研究があり^{1,2,4,9-14)}、濃厚飼料の多給による乳脂率の低下^{2,5)}、肝機能の低下^{7,8)}、健康の障害などが知られている。乳用牛に関してはこれらの報告¹⁴⁾がかなりみられるが、肥育牛に関しては報告は少ない。肥育牛に関し和田ら（1972, 73）^{12,13)}は肥育レイシヨンの繊維率を提唱し、それが牛の発育、増体に重要な関係があることを報告した。

牛が全く自由に飼料を選択摂取する場合の粗飼料の量ならびにその粗濃比は生理上最も適正なものと考えられる。本研究においてはカフエテリア方式、不断給与における肥育牛の粗飼料摂取量ならびに粗濃比を調査するために行なったものである。

材 料 と 方 法

肥育牛として12カ月令のホルスタイン種去勢牛（10カ月令時去勢）9頭を昭和47年10月16日から47年11月30日まで45日間供試した。供試牛は肥育牛舎内のスタンションに鎖で繋養した。試験期間に先立つ7日間を予備試験期間とし、試験期間中と全く同様な飼養管理を行なった。

濃厚飼料としては主としてキングビーフ後期を用い、これに試験の後期1カ月には1頭に1日2Kgの圧扁大麦を混合して給与した。粗飼料としては稲わらのみを用い、15cmの長さに截断して給与した。飼料は濃厚飼料、粗飼料ともに別々に不断給与とし、毎朝、残食量を秤量し、前日の給与量から差引き、それぞれの前日の摂取量を求めた。

水はウォーターカップで摂らせた。試験中は約15日の間隔で体重の測定を行なった。試験開始時体重と終了時体重の平均値をもって試験期間中の平均体重とした。各体重測定時の往復約50mの歩行の他には特別な運動を与えずにスタンションに繋養のまま常法に従って飼養した。ただし牛床には敷料は施さなかった。

使用した飼料のうち濃厚飼料の成分については市販のものの表示値により、粗繊維については常法により分析、測定した。稲わらについては農林省畜産試験場特別報告3号によった。

結 果

1. 体重の発育

試験期間中の体重の発育は第一表の如くであり、1頭当り平均増体量は 58.33 ± 8.60 Kg（平均±標準偏差）であり、1日平均増体量は 1.26 ± 0.19 Kgであった。供試期間中に牛の食欲ならびに発育は正常の範囲内にあった。

2. 飼料摂取量

試験期間中の濃厚飼料摂取量は第2表の如くであり、1頭当り 423.44 ± 60.16 Kgの濃厚飼料を摂取した、日平均摂取量は 9.18 ± 1.33 Kgであった。

稲わらの摂取量は 56.40 ± 17.19 Kgであり、日平均摂取量は 1.22 ± 0.37 Kgであった。濃厚飼料および稲わらを合せ飼料摂取量は 479.84 ± 71.20 Kgであり、1日平均 10.68 ± 1.58 Kg

Table 1. Body weight and gain (Kg)

Steer No	(Initial)		(Final)		Gain	
	S. 47.10.16	47.10.30	47.11.16	47.11.30	Total	Daily
1	424.0	446.0	476.0	477.5	53.5	1.18
2	470.0	494.0	514.6	522.0	52.0	1.15
3	501.0	514.0	541.8	559.0	58.0	1.28
4	423.0	445.0	464.6	476.0	53.0	1.17
5	459.5	469.5	492.0	504.0	44.5	0.98
6	476.0	497.0	524.3	541.0	65.0	1.44
7	447.0	475.0	497.3	519.0	72.0	1.60
8	477.0	495.0	521.3	544.5	67.5	1.50
9	415.0	436.5	459.8	474.0	59.0	1.31
Mean	454.72	474.66	492.45	513.0	58.33	1.290
±S.D.	±29.44	±27.42	±34.10	±32.09	±8.6	±0.195

Table 2. Intake of feed (Kg)

Steer No	Concentrate		Rice Strow		Total feed	
	Total	Daily	Total	Daily	Total	Daily
1	325.17	6.91	30.76	0.668	355.93	7.90
2	425.78	9.25	46.31	1.006	472.09	10.49
3	413.03	8.97	30.67	0.666	443.67	9.85
4	341.05	7.41	65.15	1.416	406.20	9.02
5	428.31	9.31	69.10	1.502	497.41	11.05
6	463.43	10.07	73.72	1.602	537.15	11.93
7	520.56	11.31	75.30	1.636	595.86	13.24
8	435.77	9.47	62.92	1.367	498.69	11.08
9	457.87	9.95	53.70	1.167	511.57	11.36
Mean	423.44	9.183	56.40	1.225	479.84	10.65
±S.D.	±60.16	±1.339	±17.19	±0.373	±71.20	±1.58

Table 3. Intake of concentrate (Kg)

Steer No	Weight	Nutrient			
		TDN	DCP	DM	CFi
1	325.17	231.92	28.83	314.41	13.817
2	425.78	304.65	37.89	369.54	17.943
3	413.03	295.46	36.74	358.44	17.420
4	341.05	243.64	30.26	295.68	14.470
5	428.31	306.46	38.12	371.74	18.046
6	463.43	331.75	41.28	386.46	19.487
7	520.56	372.89	46.43	452.00	21.829
8	435.77	311.40	38.79	378.22	18.363
9	457.87	327.44	39.34	397.45	19.258
Mean	423.44	302.83	37.52	369.32	17.847
±S.D.	±60.16	±43.44	±5.33	±45.50	±2.466

Table 4. Intake of rice straw (Kg)

Steer No	Weight	Nutrient			
		TDN	DCP	DM	CFi
1	30.76	11.41	0.092	27.03	8.920
2	46.31	17.18	0.138	40.70	13.429
3	30.67	11.37	0.092	26.95	8.894
4	65.15	24.17	0.195	57.26	18.893
5	69.10	25.63	0.207	60.73	20.039
6	73.72	27.35	0.221	64.79	21.378
7	75.30	27.93	0.225	66.18	21.837
8	62.92	23.34	0.188	55.30	18.246
9	53.70	19.92	0.161	47.20	15.573
Mean	56.40	20.92	0.168	49.57	16.356
±S.D.	±17.19	±6.38	±0.051	±15.11	±4.98

Table 5. Intake of nutrients (Kg)

Steer No	TDN	DCP	DM	CFi
1	243.33	28.929	341.44	22.737
2	321.83	38.029	410.24	31.372
3	306.83	36.836	385.39	26.314
4	267.81	30.461	352.94	33.363
5	332.09	38.327	432.47	38.085
6	359.10	41.501	451.25	40.865
7	400.82	46.656	518.18	43.666
8	334.74	38.979	433.52	36.599
9	347.66	39.506	444.65	34.831
Mean	323.80	37.691	418.89	34.203
±S.D.	±47.22	±5.363	±54.21	±6.685

であった。また濃厚飼料と稲わらの摂取量の比率は7.5:1であった。

3. 養分摂取量

試験期間中の養分摂取量を第3～5表に示した。濃厚飼料からの養分摂取量は可消化養分総量 (TDN), 可消化粗蛋白 (DCP), 乾物 (DM), 粗繊維 (CFi) がそれぞれ 302.83 ± 43.44 Kg, 37.52 ± 5.33 Kg, 369.32 ± 45.5 Kg, 17.84 ± 2.46 Kg であった。摂取した稲わらの TDN, DCP, DM, CFi はそれぞれ 20.92 ± 6.38 Kg, 49.57 ± 15.11 , 16.35 ± 4.98 Kg であった。従って試験期間中の TDN, DCP, DM, CFi の摂取量はそれぞれ 323.80 ± 47.22 Kg, 37.69 ± 5.36 Kg, 418.89 ± 54.21 Kg, 34.20 ± 6.68 Kg であった。

4. 飼料要求率

飼料要求率を第6表に示した。1 Kg 増体に要した TDN は 5.60 ± 0.85 Kg, DCP は 0.65 ± 0.09 Kg, DM は 7.26 ± 0.50 Kg であった。

また1 Kg 増体に要した飼料量は濃厚飼料および稲わらを合せて 8.30 ± 1.29 Kg でであった。

5. 粗繊維摂取量ならびに繊維率

試験期間中の粗繊維摂取量を第7表に示した。1頭当りの粗繊維摂取量は濃厚飼料から 17.84 ± 0.24 Kg, 稲わらから 16.35 ± 4.98 Kg, 合せて 34.20 ± 6.68 Kg であった。

レイシヨンの繊維率すなわち濃厚飼料+稲わらの DM に対する繊維率は 8.12 ± 0.96 % であった。また濃厚飼料と粗飼料の水分含量が幾分異なるが近似しているので便宜上, 飼料重量(濃厚飼料+稲わら)に対する繊維の割合すなわち繊維率をみると 7.09 ± 0.71 % であった。

6. 繊維率

供試期間中の飼料の繊維率は第7表に示した。摂取飼料の乾物量に対する繊維率は $6.64 \sim 9.45$ % の範囲にあり平均 8.12 ± 0.96 % であった。また飼料重量に対する繊維率は $6.38 \sim 8.21$ % の範囲内にあり, 平均 7.0 ± 0.71 % であった。

7. 増体量と栄養的要因の相関

濃厚飼料摂取量, 粗飼料(稲わら)摂取量, 飼料摂取量(濃厚飼料+粗飼料), TDN 摂取量, DCP 摂取量, DM 摂取量などと増体量の相関係数および回帰式係数を求めた。これ

Table 6. Feed requirements per kilogram of body weight gain (Kg)

Steer No	TDN	DCP	DM	Air DM	CFi
1	4.58	0.540	6.38	6.65	0.423
2	6.18	0.731	7.88	9.07	0.603
3	5.29	0.635	6.64	7.64	0.453
4	5.05	0.574	6.65	7.66	0.629
5	7.46	0.861	9.71	11.17	0.855
6	5.52	0.638	6.94	8.26	0.628
7	5.56	0.648	7.19	8.27	0.606
8	4.95	0.577	6.42	7.38	0.542
9	5.89	0.669	7.53	8.67	0.590
Mean	5.60	0.652	7.26	8.30	0.592
±S. D.	±0.85	±0.096	±0.50	±1.29	±0.123

Table 7 Fiber ratio in the ration

Steer No	Amount of crude fiber			Fiber ratio	
	Concent.	Rice straw	Total	to Air D. M	to D. M
1	13,817Kg	8,920Kg	22,737Kg	6.38%	6.65%
2	17,943	13,429	31,372	6.65	7.64
3	17,420	8,894	26,314	5.93	6.82
4	14,470	18,893	33,363	8.21	9.45
5	18,046	20,039	38,085	7.65	8.80
6	19,487	21,378	40,865	7.60	9.05
7	21,829	21,837	43,666	7.32	8.42
8	18,353	18,246	36,599	7.33	8.44
9	19,258	15,573	34,831	6.80	7.83
Mean	17,847	16,356	34,203	7.096	8.12
±S. D.	±2,466	±4,987	±6,685	±0.71	±0.96

Table 8. Correlation coefficient of intake of feed and its nutrients to live weight gain and fiber ratio

		Correlation coefficient	Coefficient of regression	
To live weight gain	Concentrate intake	0.616	4.23	173.86
	Rice straw intake	0.341	0.677	16.92
	Ration intake	0.602	0.073	23.10
	TDN	0.610	33.33	129.71
	DCP	0.623	0.384	15.14
	DM	0.626	3.29	177.54
To fiber ratio	Daily gain	0.109	0.022	1.100
	TDN/Kg gain	0.271	0.238	3.670
	DCP/Kg gain	0.206	0.020	0.482
	DM/Kg gain	0.245	0.267	5.089
	Air DM/Kg gain	0.357	0.478	4.420

Table 9 Average daily intake of nutrients

Steer No	Av. bd. wt. in the period of expt.	Average daily intake of nutrients				Average daily intake of nutrients per 100Kg of bd. wt.			
		TDN	DCP	DM	CFi	TDN	DCP	DM	CFi
1	450.7	5.40	0.642	7.58	0.505	1,198	0.142	1,681	0.112
2	496.0	7.15	0.845	9.11	0.697	1,441	0.170	1,836	0.140
3	530.0	6.81	0.818	8.56	0.584	1,284	0.154	1,615	0.110
4	449.5	5.95	0.676	7.84	0.741	1,323	0.150	1,744	0.164
5	481.7	7.37	0.851	9.61	0.846	1,529	0.176	1,995	0.175
6	508.5	7.98	0.922	10.02	0.908	1,569	0.181	1,970	0.178
7	483.0	8.90	1.036	11.51	0.970	1,842	0.214	2,384	0.200
8	510.7	7.43	0.866	9.64	0.813	1,454	0.169	1,885	0.159
9	444.5	7.72	0.877	9.88	0.774	1,736	0.197	2,222	0.174
Mean	483.84	7.19	0.837	9.30	0.759	1,486	0.172	1,925	0.156
±S.D.	±30.49	±1.049	±0.119	±1.205	±0.148	±0.209	±0.022	±0.250	±0.03

Table 10 Average ratios of feed sources in nutrients taken

Feed	TDN	DCP	DM	Air DM	CFi
Concentrate (Kg)	302.83	37.52	369.32	423.44	17,847
Concentrate (%)	93.54	99.57	88.16	88.24	52.17
Rice straw (Kg)	20.92	0.168	49.57	56.40	16,358
Rice straw (%)	6.46	0.44	11.83	11.75	47.82
Total (Kg)	323.75	37.68	418.89	479.84	34.19
Total (%)	100	100	100	100	100

らを第8表に示す。

上記要因のうち粗飼料摂取量と増体の相関係数は0.341であり、相関は低かった。その他の要因と増体の相関係数は0.6強で何れも高い相関を示した。これは粗料の必要性は論ずるまでもないことであるが、その摂取量には至適範囲のあることを示唆するものである。

8. 各養分の粗濃別割合

試験期間中の平均体重、摂取養分量および体重100Kg当りの摂取養分量を表9に示した。

また、養分量のうち濃厚飼料および稲わらに由来するものの比率を表10に示した。

考 察

肥育牛の増体と肥育レイシヨンの繊維含量が重要な関係があることから肥育レイシヨンの繊維率が提唱された。和田らは粗飼料として稲わらを用い、稲わらを5cmに細切して濃厚飼料ペレットに混合し、繊維率が異なるレイシヨンによる肥育牛の増体を比較した。繊維率が6.5%, 7.5%, 8.5%, の比較試験および繊維率が6.3%, 7.3%, 8.3%, の比較試験を行なった。前者では6.5%区が最もよく、後者では7.3%区が最もよい増体を示した^{12,13)}。

上述の試験は濃厚飼料と細切稲わらを混合した飼育であるが、本試験は濃厚飼料と稲わらを常時分離した別飼の不断給与すなわちフリーアクセス方式である。従って濃厚飼料と粗飼料(稲わら)摂取の割合は牛の嗜好と食欲によるもので肥育牛の生理に最も適ったものと考えられる。本試験の結果1年子去勢肥育牛のレイシヨンの繊維率は平均8.1で前述の和田らの数値に近いものであった。

牛の粗飼料摂取量は常に一定ではなく飼料の種類、調理方法、嗜好性などにより異なり、また肥育段階によっても異なるものと考えられる。しかし同じ肥育段階および略同一年令では飼料の種類が同じであり、同一環境であれば繊維率は略一定のものと考えられる。すなわち牛は濃厚飼料および粗飼料をフリーアクセスで分離給与すればそれらを一定の割合で摂取するものである。このことは長さ5cmの稲わらと濃厚飼料の混合給与の場合でも繊維率の高いレイシヨンで稲わらが残り勝ちになり、繊維率の低いレイシヨンでは濃厚飼料が残り勝ちであったと云う観察によっても裏付けられる。ただしアルファルファを主とした乾草と稲わらではその物理的性質も異なり粗繊維の質が異なるのでこの数量的関係は若干異なるものと思われる。また当然のことながら濃厚飼料の粗繊維含量も繊維率に關与する重要な要因である。

粗飼料摂取量は気温との関係によりても差異を生ずる。従ってフリーアクセスで濃粗別飼の場合にレイシヨンの繊維率が通年全く同一ということはある得ないであろう。

牛の摂取養分のうち稲わらに由来するものはTDNにおいては6.46%, DCPにおいては0.44%に過ぎないがDMにおいては11.83%, CFiにおいては47.82%を占めている。これをみても明らかな如く稲わらなど粗飼料は特に肉牛においてはTDN, DCPなどにおける意義は薄いが、繊維の含量すなわち飼料の物理的効果が大きいことを意味している。

乳牛に対する飼育においてBRANDING (1963)¹⁾は粗繊維がレイシヨンの乾物の17%以上は過多、9%では不足、13~14%が適正であることを報告している。わが国で粗飼料として、とくに肉牛では稲わらが一般に用いられている。稲わらを用いる場合はその物理的性質からしてレイシヨンの適正繊維率は上記ブランディングの報告する数値よりは若干低いのは当然と考えられる。

なお牛の増体は TDN, DCP, DM などの摂取量との相関が高かったが、繊維率との相関は低かった、これは少数例であること、および増体に対する適正繊維率があり回帰は 2 相を示すことの裏付けともなるものと考えられる。

また、本研究の結果からみるとキングビーフ後期用と稲わらの場合の生理的に適正の濃粗比（濃厚飼料量：粗飼料量）は 7.5:1 または 10:1.33 であった。これは和田らの^{12,13)}の報告した最適繊維率に近似しており興味深い。

摘 要

この研究は牛が自由に飼料を選択採食した場合の繊維率を知るために行った。摂取飼料中乾物に対する粗繊維の量の百分率をもって繊維率と定義した。

肥育牛の 9 頭の 1 年令ホルスタイン種去勢牛に対し市販飼料であるキングビーフ後期および稲わらを給与して 45 日間飼養した。試験期間中および試験に先立つ 1 週間の予備期間中は濃厚飼料と長さ 15 cm に截断した稲わらを共に自由摂取方式で別々に不断給与した。

試験期間中の平均日増体量は 1.29 ± 0.19 Kg であった。飼料の 1 日平均摂取量は濃厚飼料が 9.18 ± 1.33 Kg、稲わらが 1.22 ± 0.37 Kg であった。摂取した飼料の繊維率は 8.12 ± 0.96 % であった。風乾物重量に対する繊維率は 7.09 ± 0.71 % であった。これは和田らが濃厚飼料と 5 cm の長さに截断した稲わらを混合して去勢ホルスタイン種肥育牛を不断給与で飼育した場合の最適繊維率にほぼ等しい価である。

これらの価は BRANDING (1963) が報告した最適繊維率よりもやや低い。最適繊維率における両者の差は使用した濃厚飼料および粗飼料の種類および粗飼料の物理的性質と粗繊維含量の差によるものと思われる。キングビーフ後期と稲わらの摂取量の比は 7.5:1 であったが、この程度の比率が牛の生理的要求に適うものと考えられる。

文 献

- 1) BRANDING, A. E. : M. S. Thesis Penn. State Univ. (1963)
- 2) JORGENSEN, N. A., L. H. SOHULTZ and G. R. BARR : J. Dairy Sci. **48**, 1031 (1965)
- 3) KESLER, E. M. and S. L. SPAHR : J. Dairy Sci. **47**, 1122 (1964)
- 4) OLSON, H. H., A. REED, H. BENSON, L. D. STEWART and M. L. DANCKE : J. Dairy Sci. **48**, 1398 (1965)
- 5) PALMQUIST, D. L., L. M. SMITH and M. RONNING : J. Dairy Sci. **47**, 515 (1964)
- 6) PARKES, A. H. : J. Dairy Sci. **52**, 870 (1969)
- 7) 島田保昭, 藤岡莊一郎, 溝田高充, 浅尾常久 : 畜産の研究 **24**, 1067 (1970)
- 8) 島田保昭, 藤岡莊一郎, 溝田高充, 浅尾常久 : 畜産の研究 **2**, 1207 (1970)
- 9) WARD, G. H. and P. L. KELLEY : J. Dairy Sci. **52**, 1017 (1969)
- 10) WHITE, T. W. and W. L. REYNOLDS : J. Anim. Sci. **28**, 705 (1969)
- 11) WHITE, T. W., W. L. REYNOLDS and R. H. KIETT : J. Anim. Sci. **29**, 1001 (1969)
- 12) 和田宏ら : 肉用牛研究会報 **15**, 8 (1972)
- 13) 和田宏ら : 肉用牛研究会報 **17**, 10 (1973)
- 14) 和田宏 : 乳牛の飼養と乳質改善, 明文書房, 東京 (1975)